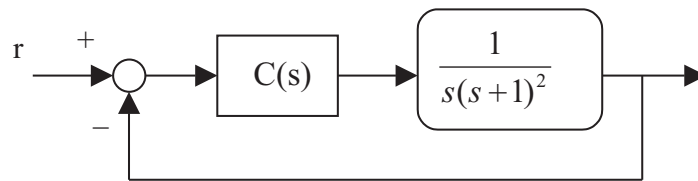


INSTITUTO SUPERIOR TÉCNICO
ENGENHARIA ELECTROTÉCNICA E DE COMPUTADORES
CONTROLO

7^a Série
(análise no domínio da frequência, critério de Nyquist)

- As questões assinaladas com * serão abordadas na correspondente aula de apoio.
- Os alunos devem procurar resolver as referidas questões antes das aulas. Nas aulas de apoio, a discussão dos problemas vai ser feita a partir das dúvidas surgidas nas resoluções previamente feitas pelos alunos.
- Para o seu estudo individual sugere-se ainda que os alunos procurem resolver mais problemas que podem ser encontrados nos livros apontados na bibliografia recomendada da cadeira.

* 1. (E. Morgado, Controlo-problemas, 1999) Considere o sistema da figura seguinte:

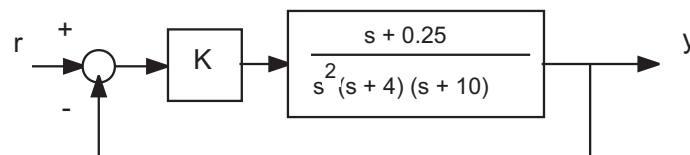


Para cada um dos seguintes controladores:

- i) $C(s) = K$ (Proporcional)
- ii) $C(s) = K(1 + 0,2s)$ (Proporcional Derivativo)

esboce o diagrama de Nyquist e analise a estabilidade do sistema em cadeia fechada em função de $-\infty < K < +\infty$. Conclua sobre o efeito do controlador PD na estabilidade relativa. Para $K=1$ determine a margem de ganho em cada um dos casos i) e ii).

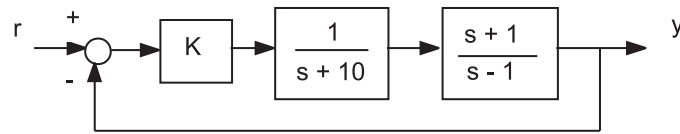
2. (E. Morgado, Controlo-problemas, 1999) Considere o sistema da figura:



Para $K = 40$,

- a) Esboce o diagrama de Nyquist e conclua sobre a estabilidade do sistema.
- b) Determine a margem de ganho.
- c) Confirme as conclusões da alínea a) usando o root-locus.

* 3. (E. Morgado, Controlo-problemas, 1999) Considere o sistema da figura seguinte

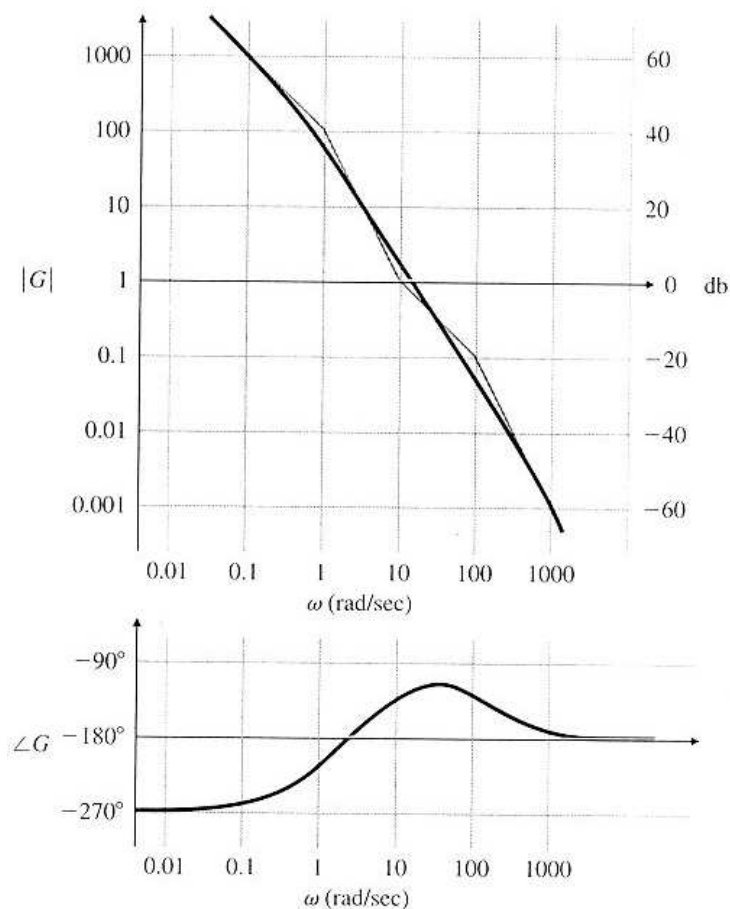


- Esboce o diagrama de Nyquist.
- Aplice o critério de Nyquist e determine para que valores de K o sistema em cadeia fechada é estável.
- Confirme as conclusões sobre estabilidade usando o “root-locus”.

* 4. (G.F. Franklin, J.D. Powell, A.E-Naeini, Feedback Control of Dynamic systems, Prentice Hall, problema 6.24)) O diagrama de Bode para a função de transferência:

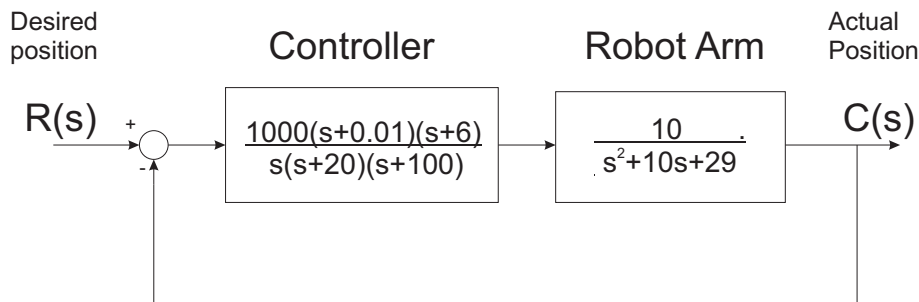
$$G(s) = \frac{100[(s/10) + 1]}{s[(s/1) - 1][(s/100) + 1]}$$

é mostrado na figura seguinte:



- a) Porque é que a fase é -270° nas baixas frequências ?
 b) Esboce o correspondente diagrama de Nyquist.
 c) O sistema em malha fechada derivado de $G(s)$ será estável ?
 d) Será esse sistema estável se o ganho for reduzido por um factor de 100 ? Esboce o root-locus e confirme qualitativamente a sua resposta.

5. (N. S. Nise, “Control Systems Engineering”, capítulo 10, problema 34) Uma versão simplificada do sistema que descreve o manipulador robótico “Soft-Arm” é representada pelo diagrama de blocos seguinte



- a) O sistema é estável ?
 b) Determine as margens de fase e de ganho e as frequências a 0dB e 180° .
6. Para as seguintes funções de transferência em cadeia aberta

$$G_1(s) = \frac{40}{s \left(1 + \frac{s}{10}\right) \left(1 + \frac{s}{100}\right)} \quad G_2(s) = \frac{100 \left(1 + \frac{s}{5}\right)}{s^2 \left(1 + \frac{s}{100}\right)^2}$$

- a) Esboce os diagramas de Nyquist.
 b) Conclua sobre a estabilidade.
 c) Determine as margens de ganho e de fase.
 d) Confirme os resultados da alínea c) através do diagrama de Bode.
7. (N. S. Nise, “Control Systems Engineering”, capítulo 10, problema 29) Considere um sistema de retroação unitária com função de transferência em cadeia aberta

$$G(s) = \frac{K}{(s+1)(s+3)(s+6)}$$

e um atraso de 0.5 segundos. Determine para que valores de K o sistema em cadeia fechada é estável.

Soluções

- 1 - i) estável sse $0 < K < 2$; ii) estável sse $0 < K < 3, 3$.
 2 - a) estável ; b) $MG \simeq 13$.
 3 - b) estável sse $K > 10$.
 4 - c) estável ; d) instável.